



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Christian HARDY et al.

Serial No.: 09/986,641

Group Art Unit: Unassigned

Filed: November 9, 2001

Examiner: Unassigned

For: PROGRAMMABLE ADAPTER DEVICE FOR COMMUNICATION PROTOCOLS

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

France Patent Appln. No. 00 14755 filed on November 14, 2000.

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

PARKHURST & WENDEL, L.L.P.

  
Roger W. Parkhurst  
Registration No. 25,177

November 29, 2001  
Date

RWP/ddh  
Attorney Docket No. SCHN:010  
PARKHURST & WENDEL, L.L.P.  
1421 Prince Street, Suite 210  
Alexandria, Virginia 22314-2805  
Telephone: (703) 739-0220  
(rev. 10/97)



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le **06 NOV. 2001**

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

**Martine PLANCHE**

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2


Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

|   |                      |   |  |
|---|----------------------|---|--|
| <b>REMISE DES PIÈCES</b><br>DATE <u>26.11.2000</u><br>LIEU <u>99</u><br>N° D'ENREGISTREMENT <b>0014755</b><br>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI<br>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>14 NOV 2000</b> |                      | <b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b><br>À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE<br><br>SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES S.A.<br>Service Propriété Industrielle<br>89, boulevard Franklin Roosevelt<br>92500 RUEIL MALMAISON  |  |
| <b>Vos références pour ce dossier</b><br>(facultatif) D 1748  |                      |   |  |
| <b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie   |                      |   |  |
| <b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>   |                      | <b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>   |  |
| Demande de brevet   |                      | <input checked="" type="checkbox"/>   |  |
| Demande de certificat d'utilité   |                      | <input type="checkbox"/>  |  |
| Demande divisionnaire   |                      | <input type="checkbox"/>  |  |
| Demande de brevet initiale  |                      | N°  | Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> |
| ou demande de certificat d'utilité initiale   |                      | N°  | Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> |
| Transformation d'une demande de brevet européen   |                      | <input type="checkbox"/>  | Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> |
| Demande de brevet initiale  |                      | N°  | Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> |
| <b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b><br>Dispositif d'adaptation programmable pour protocoles de communication.   |                      |   |  |
| <b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b><br><b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b><br><b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b><br><b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>  |                      | Pays ou organisation<br>Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> N°<br><br>Pays ou organisation<br>Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> N°<br><br>Pays ou organisation<br>Date <u>    </u> / <u>    </u> / <u>    </u> N°<br><br><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» |  |
| <b>5 DEMANDEUR</b>  |                      | <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»   |  |
| Nom ou dénomination sociale   |                      | SCHNEIDER AUTOMATION S.A.   |  |
| Prénoms   |                      |   |  |
| Forme juridique   |                      | Société Anonyme   |  |
| N° SIREN  |                      | 3 . 9 . 0 . 1 . 0 . 7 . 6 . 6 . 2   |  |
| Code APE-NAF  |                      | 7 . 0 . 1 . F   |  |
| Adresse   | Rue                  | 245, route des Lucioles<br>Sophia Antipolis   |  |
|   | Code postal et ville | 06560   | VALBONNE                                     |
| Pays  |                      | France  |  |
| Nationalité   |                      | Française   |  |
| N° de téléphone (facultatif)  |                      |   |  |
| N° de télécopie (facultatif)  |                      |   |  |
| Adresse électronique (facultatif)   |                      |   |  |

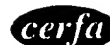
**BRÉVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

|  |  |                      |  |   |  |
|--|--|----------------------|--|---|--|
| REMISE DES PIÈCES<br>DATE <u>14.11.2000</u><br>LIEU <u>99</u><br>N° D'ENREGISTREMENT <b>0014755</b><br>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI                |  | Réservé à l'INPI     |  | DB 540 W / 260399   |  |
| <b>Vos références pour ce dossier :</b><br><i>(facultatif)</i>   |  |                      | D 1748   |   |  |
| <b>6 MANDATAIRE</b>  |  |                      |  |   |  |
| Nom  |  |                      |  |   |  |
| Prénom   |  |                      |  |   |  |
| Cabinet ou Société   |  |                      |  |   |  |
| N ° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel   |  |                      |  |   |  |
| Adresse  |  | Rue                  |  |   |  |
|  |  | Code postal et ville |  |   |  |
| N° de téléphone <i>(facultatif)</i>  |  |                      |  |   |  |
| N° de télécopie <i>(facultatif)</i>  |  |                      |  |   |  |
| Adresse électronique <i>(facultatif)</i>   |  |                      |  |   |  |
| <b>7 INVENTEUR (S)</b>   |  |                      |  |   |  |
| Les inventeurs sont les demandeurs   |  |                      | <input type="checkbox"/> Oui<br><input checked="" type="checkbox"/> Non <b>Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée</b>  |   |  |
| <b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>  |  |                      | <b>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</b>  |   |  |
| Établissement immédiat ou établissement différé  |  |                      | <input checked="" type="checkbox"/><br><input type="checkbox"/>  |   |  |
| Paiement échelonné de la redevance   |  |                      | <b>Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques</b><br><input type="checkbox"/> Oui<br><input type="checkbox"/> Non  |   |  |
| <b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>  |  |                      | <b>Uniquement pour les personnes physiques</b><br><input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i><br><input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :</i> |   |  |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes  |  |                      |  |   |  |
| <b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b><br>(Nom et qualité du signataire)<br><u>Thierry Dufresne</u><br>Ingénieur Propriété Industrielle |  |                      |  | <b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b><br><br><b>L. GUICHET</b> |  |



# BREVET D'INVENTION, CERTIFICAT D'UTILITÉ



N° 11235\*01

## DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

### DEPARTEMENT DES BREVETS

26bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 Paris Cédex 08  
Tél. : 01 53 04 53 04 - Télécopie : 01 42 93 59 30

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

00 14755

### TITRE DE L'INVENTION :

Dispositif d'adaptation programmable pour protocoles de communication.

### LE(S) SOUSSIGNÉ(S)

SCHNEIDER AUTOMATION S.A.  
245, route des Lucioles  
Sophia Antipolis  
06560 VALBONNE

### DÉSIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) (indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique)

Christian HARDY  
Quartier Peyrine  
83340 LE THORONET

Frédéric PUIG  
1, rue Henri Barbara  
06560 VALBONNE

Philippe BARTELEMY  
Jardins d'Isis  
1387, route de Valbonne  
06410 BIOT

**NOTA :** A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire

La présente invention concerne un dispositif d'adaptation programmable capable de faire communiquer entre eux deux équipements intégrant des protocoles de communication différents. Elle concerne également un procédé pour configurer automatiquement un tel dispositif d'adaptation avec un protocole donné.

5 D'une façon générale, la communication série entre un équipement informatique, tel que par exemple un ordinateur individuel de type PC (Personal Computer) ou un appareil de type PDA (Personal Digital Assistant), et un autre équipement, tel qu'un équipement d'automatisme, requiert que les deux équipements puissent comprendre un même protocole de communication. Sous le terme  
10 équipement d'automatisme, on regroupera ci-après un automate programmable, une commande numérique, un dispositif de régulation, une station de contrôle/commande, un terminal de dialogue homme-machine, un variateur de vitesse, un capteur/actionneur intelligent ou tout autre équipement lié à un automatisme possédant une unité de traitement et capable de communiquer avec un équipement  
15 extérieur.

Or, il existe dans les équipements d'automatisme une grande variété de protocoles de communication différents et spécifiques. Les pilotes de ces protocoles de communication ont souvent été développés avec l'hypothèse de pouvoir piloter directement une interface matérielle UART (Universal Asynchronous Receiver and  
20 Transmitter) d'un équipement informatique. Cependant, l'évolution rapide des équipements informatiques entraîne des modifications importantes des pilotes de périphériques, des UART, des systèmes d'exploitation de ces équipements ce qui rend difficile leur compatibilité avec un parc important d'équipements d'automatisme existants intégrant des protocoles de communication divers. De plus, les équipements  
25 informatiques possèdent de moins en moins de réels ports de communication série COM, au profit de bus de périphériques standardisé tel que USB (Universal Serial Bus).

Dans le cas où un pilote est capable de contrôler directement une UART, et pour une communication dite "half-duplex", pour laquelle la ligne de communication  
30 possède physiquement deux états permettant pour l'un l'émission et pour l'autre la réception de données, on a généralement fait l'hypothèse que le pilote pourrait commuter la ligne entre émission et réception de façon suffisamment précise après que tous les caractères aient quitté les registres de transmission de l'UART et avant que l'équipement d'automatisme ne réponde. Cette hypothèse, vraie pour des  
35 équipements pilotant directement une UART, est fausse pour une machine complexe,



multitâches, architecturée en couches tant matérielles que logicielles, telle qu'un ordinateur personnel de type PC.

Dans d'autres cas, le protocole de niveau transport (Data Link) est tel qu'un temps intercaractères maximal doit être respecté afin d'identifier une transmission correcte. Ce temps intercaractères est pour des raisons de performances du même ordre de grandeur que le temps de transmission d'un caractère (par exemple à 38400 bauds :  $1/38400 \times 11 \times 1.5 = 430$  microsecondes). Dans ces cas de figure, la maîtrise de temps d'attente (variant de 100 microsecondes à 1 milliseconde) est difficile car à la fois trop grande pour être gérée par scrutation sous masquage d'interruptions (gaspillage de cycles de l'unité de traitement CPU), et trop petite par rapport à l'instabilité sur le temps (jitter) induite par le système (multitâche, échanges de blocs sur le bus vidéo, gestion de l'énergie).

Des contraintes de type "délai minimal" et de type "délai maximal" doivent donc finalement être implémentées. Les contraintes de type "délai minimal" imposent de larges marges de sécurité, donc une perte de performance. Pour les contraintes de type "délai maximal", il est nécessaire de recourir à des artifices incompatibles avec les règles de l'art du développement : attente en boucle, verrouillage des interruptions, court-circuit des couches logicielles, ajout de composants électroniques propriétaires, etc., au détriment de la portabilité et de la performance générale de la machine communicante, et sans garantie de résultat.

C'est pourquoi l'invention a pour but d'éviter les problèmes de fiabilité rencontrés dans les communications entre un équipement informatique et un équipement d'automatisme intégrant des protocoles de communication différents et d'éviter des coûts importants dus aux mises à jour régulières nécessaires pour que notamment les pilotes des protocoles de communication s'adaptent aux évolutions des équipements informatiques. Cette amélioration s'effectue en déportant les traitements critiques vis-à-vis du temps dans un adaptateur programmable, tout en maintenant dans l'équipement informatique amont des pilotes de périphériques proches des pilotes actuels. L'invention a également pour but d'optimiser les temps d'attente et de commutation dans une communication half-duplex, permettant d'augmenter la plage des vitesses de communication exploitables.

D'autre part, en interposant un adaptateur programmable entre les réseaux amont et aval, l'invention permet de réduire le problème lié à la multiplicité des câbles

aval, qui, pour le même protocole, sont en général différents selon l'équipement aval auquel ils donnent accès. La portion de câble aval peut en effet être réduite à une faible longueur (de l'ordre de la dizaine de centimètres), pour un support amont plus long (de l'ordre de plusieurs mètres).

5

Pour cela, l'invention décrit un dispositif d'adaptation programmable entre un protocole de communication amont intégré dans un équipement amont tel qu'un équipement informatique, et au moins un protocole de communication aval intégré dans un équipement aval tel qu'un équipement d'automatisme. Le dispositif comprend un adaptateur muni d'une unité de traitement capable d'exécuter des instructions de programme, d'une interface amont pouvant se connecter avec une interface amont de l'équipement amont et d'une interface aval pouvant se connecter avec une interface aval de l'équipement aval. Le dispositif se caractérise par le fait que l'adaptateur comprend une première mémoire, qui peut être volatile, contenant un programme de conversion entre le protocole amont et un protocole aval, téléchargeable à partir de l'équipement amont et exécutable par l'unité de traitement de l'adaptateur, et par le fait que l'adaptateur comprend une seconde mémoire non volatile contenant un programme pilote résident, exécutable par l'unité de traitement, permettant d'initialiser la communication avec l'équipement amont et de télécharger le programme de conversion dans la première mémoire.

Selon une caractéristique, le dispositif d'adaptation comprend un câble de raccordement aval entre l'interface aval de l'adaptateur et l'interface aval de l'équipement aval, ce câble de raccordement aval comportant des moyens de reconnaissance, détectables quand le câble est connecté à l'interface aval de l'adaptateur, permettant à l'unité de traitement de l'adaptateur de déterminer un identificateur du protocole aval grâce au programme pilote résident dans la deuxième mémoire de l'adaptateur. L'équipement amont comporte une zone de stockage permettant de mémoriser un ou plusieurs programmes de conversion entre le protocole amont et un protocole aval, susceptibles d'être téléchargés dans l'adaptateur en fonction de l'identification du protocole aval.

L'invention décrit également un procédé de configuration d'un dispositif d'adaptation comportant : une étape de reconnaissance dans laquelle l'adaptateur détermine et mémorise un identificateur de protocole aval à partir des moyens de reconnaissance du câble de raccordement aval connecté à l'adaptateur, cet identificateur pouvant être partiel ou complet ; une première étape d'identification dans

laquelle l'adaptateur communique avec l'équipement amont selon le protocole de communication amont pour lui transmettre l'identificateur de protocole aval ; une première étape de téléchargement dans laquelle l'équipement amont télécharge dans l'adaptateur un premier programme de conversion entre protocole amont et protocole aval, correspondant à l'identificateur du protocole aval transmis.

Grâce à ce dispositif d'adaptation et à son procédé de configuration, il sera possible de télécharger automatiquement un protocole donné dans l'adaptateur de manière à pouvoir faire communiquer deux équipements intégrant des protocoles de communication différents de façon transparente ou "plug and play" pour un utilisateur. De plus, avec un seul adaptateur programmable, il sera désormais possible de réaliser une conversion entre un protocole amont et une pluralité de protocoles aval, à partir des programmes de conversion mémorisés dans l'équipement amont et téléchargeables dans l'adaptateur.

D'autres caractéristiques et avantages vont apparaître dans la description détaillée qui suit en se référant à un mode de réalisation donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente l'architecture du dispositif d'adaptation programmable selon l'invention,
- la figure 2 schématise les étapes du procédé de configuration lié au dispositif d'adaptation,
- les figures 3 et 4 illustrent un exemple de communication respectivement sans et avec le dispositif d'adaptation.

En référence à la figure 1, on souhaite faire communiquer un équipement amont 30 avec un équipement aval 40 au travers d'un adaptateur externe 20. L'adaptateur 20 est contenu dans un boîtier d'adaptation et comporte une interface amont 23 et une interface aval 24. L'équipement amont 30, qui est par exemple un équipement informatique tel que défini ci-dessus, comporte une interface amont 32 pour communiquer sur un réseau de communication amont avec l'interface amont 23 de l'adaptateur 20 selon un protocole de communication amont. Le réseau de communication amont utilise un support de communication 13, qui peut être filaire ou non. L'équipement aval 40, qui est par exemple un équipement d'automatisme tel que défini ci-dessus, comporte une interface aval 42 pour communiquer sur un câble de raccordement 14 avec l'interface aval 24 de l'adaptateur 20 selon un protocole de

communication aval. L'équipement aval 40 comporte une unité de traitement 41 et un pilote de protocole aval 43 capable d'émettre et de recevoir des messages selon le protocole aval.

Le protocole de communication amont est par exemple le protocole USB, très  
 5 répandu dans des équipements amont de type ordinateur PC, le protocole  
 BLUETOOTH (marque déposée de Ericsson) pour lequel le support 13 de  
 communication serait des ondes radio (protocole décrit par le groupe de travail IEEE  
 802.15), le protocole conforme aux recommandations IEEE 1394-1995 (comme par  
 exemple le protocole FIREWIRE marque déposée de Apple Computer) ou autres. Si  
 10 cela est possible, comme dans le cas du protocole USB, le support de communication  
 13 est également utilisé pour alimenter l'adaptateur 20.

Le protocole de communication aval est par exemple un des protocoles  
 Modbus, Modbus+, Uni-telway ou tout protocole dont la couche physique répond à un  
 des standards recommandés RS-232, RS-485, RS-422 ou boucle de courant. De  
 15 même, le protocole de communication aval peut être un protocole basé sur les  
 standards Ethernet et TCP/IP comme par exemple le protocole MODBUS TCP. Le  
 protocole de communication aval peut aussi être sélectionné parmi un groupe  
 constitué des protocoles FIP (marque déposée de WorldFIP Europe), CAN, CANopen,  
 Interbus-S (marque déposée de Phoenix Contact), DeviceNet, ou autres. Il peut enfin  
 20 être un protocole de messagerie propre à l'automatisme basé sur USB.

L'adaptateur 20 comporte une unité de traitement 21 capable d'exécuter des  
 instructions de programme, reliée à une première mémoire 25, volatile ou non, et à  
 une seconde mémoire non-volatile 26. La seconde mémoire 26 contient un  
 programme pilote résident 16, exécutable par l'unité de traitement 21. Les principaux  
 25 rôles de ce programme pilote résident 16 sont d'initialiser la communication avec  
 l'équipement amont 30 afin d'être exploitable comme périphérique, de télécharger un  
 programme de conversion 15,15' dans la première mémoire 25 et d'assurer un  
 minimum de dialogue permettant à l'équipement amont 30 de connaître l'état de  
 l'adaptateur 20. Un adaptateur 20 donné ne peut donc communiquer que selon un seul  
 30 protocole amont. Le programme pilote résident 16 offre également des primitives de  
 communication, comme une librairie d'accès au réseau amont, pour le programme de  
 conversion 15, afin de le libérer des détails d'implémentation du réseau amont, tels  
 que les composants électroniques choisis.

L'équipement amont 30 comporte une unité de traitement 31 capable  
 35 d'exécuter des instructions de programme et une zone de stockage 35 permettant de

mémoriser un ou plusieurs programme de conversion 15,15' entre un protocole amont et un ou plusieurs protocoles aval. Cette zone de stockage 35 est gérée par un programme de contrôle 36 qui est capable de télécharger un programme de conversion 15 dans la première mémoire 25 de l'adaptateur. Le programme de conversion ainsi téléchargé pourra être exécuté par l'unité de traitement 21 de l'adaptateur 20. Le programme de conversion 15 est chargé de recevoir les messages émis selon le protocole amont par l'équipement amont à destination de l'équipement aval et de les transmettre à l'équipement aval selon le protocole aval. De même, il est chargé de recevoir les messages émis par l'équipement aval selon le protocole aval à destination de l'équipement amont et de les transmettre à l'équipement amont selon le protocole amont.

L'équipement amont 30 comprend au moins un pilote de périphérique 34 et au moins un pilote de protocole aval 33. L'interface amont 32 de l'équipement amont 30 est reliée à un pilote de périphérique 34 lui-même relié à un pilote de protocole aval 33. Le programme de contrôle 36 est un programme avec lequel l'utilisateur peut interagir, par exemple au moyen d'une interface de dialogue, de façon à lui permettre de contrôler l'état du pilote de périphérique 34, de le configurer, ou de le désinstaller. Pour charger le programme de conversion 15 dans la première mémoire 25 de l'adaptateur 20, le programme de contrôle 36 peut donc être activé par l'utilisateur, mais peut être également lancé automatiquement par le pilote de périphérique 34. En effet, habituellement seul un programme (et non un simple pilote de périphérique) peut avoir accès à un système de fichier permettant de retrouver un programme 15,15' dans une zone de stockage 35.

Le pilote de protocole aval 33 (qui est soit un véritable pilote de périphérique fonctionnant en mode noyau, soit un programme fonctionnant en mode utilisateur) est piloté par un programme application duquel il reçoit des messages à émettre et auquel il transmet des messages reçus. Il utilise un pilote de périphérique 34 parmi plusieurs possibles pour communiquer avec un adaptateur 20. Le pilote de périphérique 34 supporte une interface de service qui est exploitée par le programme de contrôle 36 afin de dialoguer avec l'adaptateur 20 en tant que périphérique sur le réseau amont. Le pilote de périphérique 34 supporte également une interface de communication qui est exploitée par le pilote de protocole aval 33. Dans le cadre de l'invention, cette interface de communication peut être conçue de plusieurs manières en fonction du problème à traiter :

- ♦ Selon un mode d'implémentation préféré, l'interface de communication est une interface de communication série conforme à la spécification des pilotes de périphériques série. Grâce à cette conformité, le pilote de protocole aval 33 peut s'appuyer sur les couches de communication série proposées par le système d'exploitation de l'équipement amont 30 ; ces couches sont l'équivalent logiciel de l'interface matérielle UART décrite plus haut, elles apportent une portabilité accrue au pilote de protocole aval 33. Ainsi le pilote de protocole aval 33 peut communiquer avec le pilote de périphérique 34 au travers de cette interface de communication série. Nous pouvons distinguer dans ce mode d'implémentation préféré deux cas de figure :
- Dans le premier cas, les requêtes et les réponses conformes au protocole aval sont encapsulées et échangées caractère par caractère entre le pilote de protocole aval 33 et le pilote de périphérique 34, comme pour une ligne de communication série. L'encapsulation consiste en des informations supplémentaires (appelées méta informations) portant sur les requêtes (comme par exemple leur longueur ou leur criticité), ce qui permet au pilote de périphérique 34 de choisir un mode de transmission approprié sur le réseau de communication amont, par exemple :
    - Si le pilote de périphérique 34 connaît la taille du message à envoyer et/ou recevoir, il peut attendre de disposer de la totalité du message pour le transmettre sur le réseau amont ou vers le pilote de protocole aval 33.
    - Si le pilote de périphérique 34 connaît la criticité du message à transmettre sur le réseau amont, il peut choisir différents canaux de communication. Typiquement, pour une requête critique et courte comme un ordre d'arrêt, il utilise un canal de communication à bande passante garantie s'il en existe. En coopération avec le programme pilote résident 16, la garantie de bande passante peut être négociée lors de la connexion, celle-ci pouvant être refusée si la bande passante n'est pas disponible. Par contre, pour une requête longue non critique, il utilise en revanche un canal de communication à bande passante non garantie, ce qui permettra de ne pas dégrader la communication de l'équipement amont avec d'autres périphériques.

- les méta informations peuvent également désigner des variantes du protocole aval, suffisamment proches pour être traitées par les mêmes pilotes de protocole aval 33 et les programmes de conversion 15.

5           • le second cas correspond à l'utilisation d'un pilote de protocole aval 33 aussi proche que possible de pilotes existant actuellement. La communication consistant en requêtes et réponses, le pilote 33 émet et reçoit exactement les caractères constituant ces requêtes et réponses. Le pilote de périphérique 34 se borne à transmettre des caractères sans

10           connaître leur sens.

- ♦ Selon une autre implémentation, l'interface de communication n'est pas conforme à la spécification des pilotes de périphériques série. Elle est propre à l'interaction entre le pilote de périphérique 34 et le pilote de protocole 33.

Cette implémentation correspond au cas où il est intéressant de disposer d'une

15           solution de périphérie typiquement externe à l'équipement amont, avec un protocole aval industriel nécessitant un coprocesseur de communication tel que WorldFIP, FIP, Interbus-S, DeviceNet, etc. Dans ce cas, l'existence de plusieurs versions du même protocole ou l'existence d'implémentations proches mais distinctes, permet de traiter les différences en gardant le même pilote de

20           périphérique de bas niveau 34 et le même adaptateur, et en substituant des variantes des programmes 15 et 33. A l'extrême, les pilotes 33 et 34 pourraient alors être confondus en une seule entité.

Cette implémentation correspond également au cas où le protocole aval est un

25           protocole propre à un équipement d'automatisme aval 40, et est basé sur USB. L'équipement aval 40 est alors doté d'une interface USB maître et ne peut dialoguer directement avec l'équipement amont 30 qui est lui aussi maître. L'adaptateur joue le rôle d'esclave sur les deux réseaux amont et aval et le programme de conversion 15 joue le rôle de pont entre les deux réseaux.

30           Le programme de conversion 15 utilise une zone mémoire tampon 17, localisée dans la première mémoire 25 de l'adaptateur 20, pour s'adapter aux asynchronismes entre les protocoles amont et aval. Les figures 3 et 4 donnent un exemple d'illustration de l'utilisation d'une mémoire tampon 17. La figure 3 représente une communication entre un équipement amont 30 esclave et un équipement aval 40

quelconque selon un protocole aval s'appuyant sur une liaison série half-duplex. Dans cette figure 3, le dispositif d'adaptation décrit dans l'invention n'est pas utilisé. L'équipement amont 30 reçoit une demande de cinq caractères C1 à C5 à laquelle il devra répondre par un envoi de quatre caractères C6 à C9. Cet échange peut  
 5 notamment correspondre à une scrutation (polling). L'équipement amont doit être en mesure de détecter le temps maximum intercaractères  $i$  ainsi que le temps minimum de silence  $t$  entre messages. Comme indiqué au début du présent exposé, ces temps d'attente, typiquement compris entre 100 microsecondes et une milliseconde, constituent une contrainte difficile à gérer par un équipement amont de type PC dans  
 10 un environnement Windows™.

Dans la figure 4, la communication entre les équipements 30 et 40 se fait au travers d'un adaptateur 20 conforme à l'invention. Les échanges entre l'équipement aval 40 et l'adaptateur 20 se font selon le protocole aval et les échanges entre l'adaptateur 20 et l'équipement amont 30 se font selon le protocole amont. C'est donc  
 15 l'adaptateur 20 qui reçoit les cinq caractères C1 à C5 du message en provenance de l'équipement aval 40 et qui renverra les quatre caractères de réponse C6 à C9 vers l'équipement amont 30. L'avantage de cette solution est que l'unité de traitement 21 de l'adaptateur 20 est beaucoup plus adaptée pour gérer les temps d'attente  $i$  et  $t$ . Les caractères C1 à C5 réceptionnés sont stockés au fur et à mesure dans la mémoire  
 20 tampon 17 de l'adaptateur 20, avant d'être acheminés, une fois le message complet reçu, vers l'équipement amont selon le protocole amont, par exemple le protocole USB, beaucoup mieux géré par l'équipement amont car des moyens spécifiques (couches matérielles plus performantes - vitesse, codage des informations, coprocesseur dédié) peuvent gérer la communication selon le protocole amont. De  
 25 même, quand l'équipement amont 30 renvoie sa réponse, les caractères C6 à C9 sont stockés dans la mémoire tampon 17, avant d'être acheminés un à un, une fois le message complet reçu, vers l'équipement aval selon le protocole aval. Par ce moyen, on libère l'équipement amont 30 des contraintes liées à la gestion des temps d'attente.

30 Pour un fonctionnement transparent, le dispositif d'adaptation est doté d'un mécanisme de sélection du protocole aval. Ce mécanisme repose sur deux principes distincts :

- Le protocole aval est déterminé par l'utilisateur grâce à une interface de dialogue ce qui permet une configuration du pilote de périphérique 34  
 35 effectuée à l'aide du programme associé 36. Cette interface de dialogue est



soit au niveau de l'équipement amont (un ou des écrans spécifiques) soit sur l'adaptateur (une série d'interrupteurs ou une roue codeuse par exemple). Le pilote de périphérique 34 peut alors télécharger le programme de conversion 15 dès son démarrage (qui est causé par la connexion de l'adaptateur).

- 5       • Un moyen de reconnaissance est intégré dans le câble aval 14. Ce cas s'applique lorsque l'invention met en œuvre un câble aval 14 qui, dans la situation précédant l'invention, comprend déjà un moyen de reconnaissance naturel (carte PCMCIA, bouclage dans le câble, etc.).

10       Ce cas s'applique également lorsque de nouveaux câbles sont conçus spécifiquement pour l'invention (câbles aval courts). Le fonctionnement de la phase de téléchargement du programme de conversion 15 est alors plus complexe. On suppose alors que le câble de raccordement 14 comporte des moyens de reconnaissance intégrés qui sont détectables quand le câble 14 est connecté à l'interface aval 24 de l'adaptateur 20. Ils permettent à l'unité de traitement 21, grâce au programme pilote résident 16, de déterminer un

15       identificateur 18 du protocole aval correspondant au câble 14. Chaque protocole aval différent est donc susceptible d'utiliser un câble 14 différent. L'identificateur 18 peut être soit complet 18b, c'est-à-dire qu'il peut déterminer complètement le protocole aval, soit partiel 18a, c'est-à-dire qu'il ne permet

20       pas à lui seul d'identifier complètement le protocole aval. Néanmoins, un identificateur partiel 18a permet de démarrer une communication entre l'adaptateur 20 et l'équipement aval 40 suffisante pour faire un apprentissage complet du protocole aval.

25       Le procédé de configuration du dispositif d'adaptation va maintenant être décrit, en référence à la figure 2.

      Dans une étape préliminaire, appelée étape de reconnaissance R, l'adaptateur 20 détermine, à l'aide du programme pilote résident 16, un identificateur 18 de protocole aval à partir des moyens de reconnaissance d'un câble de

30       raccordement aval 14 connecté à l'adaptateur 20. Cet identificateur, qui peut être partiel 18a ou complet 18b, est mémorisé dans la première mémoire 25 de l'adaptateur.

      Au cours d'une première étape d'identification I1, le programme pilote résident 16 de l'adaptateur 20 initialise alors la communication avec l'équipement amont 30

selon le protocole amont et lui transmet l'identificateur 18 de protocole aval déterminé durant l'étape R. La transmission peut avoir lieu à l'initiative du programme pilote résident 16 de l'adaptateur 20 par transmission d'un événement vers l'équipement amont 30 si le protocole amont le permet, ou par consultation périodique à l'initiative du pilote de périphérique 34 s'exécutant dans l'équipement amont 30.

Ensuite, au cours d'une première étape de téléchargement T1, le programme de contrôle 36 de l'équipement amont 30 analyse l'identificateur 18 et sélectionne dans la zone de stockage 35 le programme de conversion 15 correspondant à l'identificateur 18 pour télécharger ce programme de conversion dans la première mémoire 25 de l'adaptateur 20.

Si l'identificateur 18 de protocole aval était complet, le procédé de configuration est alors terminé et une communication peut s'établir entre l'équipement amont 30 et l'équipement aval 40 à travers le programme de conversion 15 chargé dans l'adaptateur 20.

Si l'identificateur 18 de protocole aval était partiel, le procédé de configuration se poursuit par une étape d'apprentissage A durant laquelle le programme de conversion 15 téléchargé durant l'étape T1 va initialiser une communication avec le pilote de protocole aval 43 de l'équipement aval 40 en vue de préciser complètement le protocole aval utilisé. A l'issue de cette étape d'apprentissage, l'identificateur complet 18b du protocole aval est chargé dans la première mémoire 25.

Cet identificateur complet 18b est ensuite transmis, au cours d'une seconde étape d'identification I2, par le programme pilote résident 16 de l'adaptateur 20 vers l'équipement amont 30 selon le protocole amont.

Le programme de contrôle 36 de l'équipement amont 30 analyse l'identificateur 18b et sélectionne dans la zone de stockage 35 un second programme de conversion 15' correspondant à l'identificateur complet 18b de façon à télécharger ce programme de conversion dans la première mémoire 25 de l'adaptateur 20 durant une seconde étape de téléchargement T2. A la suite de cette étape T2, une communication peut normalement s'établir entre l'équipement amont 30 et l'équipement aval 40 à travers le programme de conversion 15' et le procédé de configuration est alors terminé. Cependant, il est tout à fait envisageable qu'après la seconde étape de téléchargement T2, l'identificateur 18 ne soit toujours pas complet et qu'il soit donc nécessaire de reboucler le procédé de configuration vers une étape d'apprentissage A supplémentaire permettant de préciser encore le protocole aval (par

exemple pour déterminer la version exacte du protocole aval utilisé). Il y aurait alors ensuite une autre étape I2 puis une autre étape T2.

Par exemple, un identificateur partiel peut indiquer que le protocole aval  
5 comporte une liaison du type RS-485 à partir des moyens de reconnaissance du  
raccordement aval 14. Avec cette information envoyée à l'équipement amont 30, le  
programme de contrôle 36 est capable de choisir et de télécharger un premier  
programme de conversion 15 dans la première mémoire 25. Pour définir un  
10 identificateur complet 18b du protocole aval, ce programme de conversion 15 enverra  
alors à l'équipement aval 40 différentes requêtes, par exemple selon le protocole  
MODBUS, le protocole Uni-Telway ou autres, afin de tester celles qui seront  
effectivement comprises et qui donneront lieu à une réponse de l'équipement aval 40.  
Grâce à cette fonctionnalité, la nature mais aussi la version du protocole aval utilisé  
15 par l'équipement aval 40 peut être déterminée. Ceci permet au dispositif d'adaptation  
de pouvoir s'adapter à une très grande variété d'équipements aval avec le même  
équipement amont sous réserve que celui-ci stocke les programmes de conversion  
adéquats. En pratique, un même ordinateur de type PC sera ainsi en mesure de  
communiquer facilement avec des équipements d'automatisme récents ou anciens, de  
façon transparente pour un utilisateur, sans avoir à se préoccuper de la compatibilité  
20 entre l'interface aval de l'équipement d'automatisme (port série) et l'interface amont de  
l'ordinateur (par exemple port USB).

Lorsque le câble de raccordement aval 14 est au préalable raccordé à  
l'adaptateur 20, le procédé est démarré lors de la connexion de l'adaptateur 20 à  
25 l'équipement amont 30 ou sur demande de l'adaptateur 20. Lorsque l'adaptateur 20 est  
au préalable raccordé à l'équipement amont 30, le procédé est démarré lors de la  
connexion du câble de raccordement aval 14 à l'adaptateur 20.

A titre de variante, il existe d'autres moyens pour passer d'un identificateur  
partiel 18a à un identificateur complet 18b. Par exemple, on pourrait envisager une  
30 interface de dialogue opérateur, tels que des roues codeuses qui permettraient à un  
utilisateur de sélectionner lui-même le protocole aval. Dans certains cas également, un  
logiciel spécifique pourrait suffire dans l'équipement amont 30 pour déduire un  
identificateur complet 18b à partir d'un identificateur partiel 18a déterminé par les  
moyens de reconnaissance du câble de raccordement aval 14. Le programme de

contrôle 36 serait alors en mesure de télécharger directement le programme de conversion 15' définitif.

5 Une autre variante est que le programme pilote résident 16 soit capable de modifier l'identificateur 18 avant de l'envoyer à l'équipement amont 30 de manière à ce que le programme de conversion 15 chargé durant une étape de téléchargement T1,T2 dépende de la version logicielle de l'adaptateur 20.

10 Il est bien entendu que l'on peut, sans sortir du cadre de l'invention, imaginer d'autres variantes et perfectionnements de détail et de même envisager l'emploi de moyens équivalents.

## REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'adaptation programmable entre un protocole de communication amont supporté par un équipement amont (30) et au moins un  
5 protocole de communication aval supporté par un équipement aval (40) tel qu'un équipement d'automatisme, le dispositif comprenant un adaptateur (20) muni d'une unité de traitement (21) capable d'exécuter des instructions de programme, d'une interface amont (23) pouvant se connecter avec une interface amont (32) de l'équipement amont (30) et d'une interface aval (24) pouvant se connecter avec  
10 une interface aval (42) de l'équipement aval (40), caractérisé par le fait que :

- l'adaptateur (20) comprend une première mémoire (25) contenant un programme de conversion (15) entre le protocole amont et un protocole aval, téléchargeable à partir de l'équipement amont (30) et exécutable par l'unité de traitement (21) de l'adaptateur (20),
- 15 • l'adaptateur (20) comprend une seconde mémoire (26) non volatile contenant un programme pilote résident (16) exécutable par l'unité de traitement (21), permettant d'initialiser la communication avec l'équipement amont (30) et de télécharger le programme de conversion (15) dans la première mémoire (25).

20 2. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la première mémoire (25) de l'adaptateur (20) est une mémoire volatile.

3. Dispositif d'adaptation selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la première mémoire (25) de l'adaptateur (20) contient une zone mémoire tampon (17) utilisée par le programme de conversion (15) pour s'adapter aux  
25 asynchronismes entre les protocoles amont et aval.

4. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1 comprenant un câble de raccordement aval (14) entre l'interface aval (24) de l'adaptateur (20) et l'interface aval (42) de l'équipement aval (40), caractérisé par le fait que le câble de  
30 raccordement aval (14) comporte des moyens de reconnaissance intégrés, détectables quand le câble (14) est connecté à l'interface aval (24) de l'adaptateur (20), permettant à l'unité de traitement (21) de l'adaptateur (20) de déterminer un identificateur (18) du protocole aval grâce au programme pilote résident (16).

5. Dispositif d'adaptation selon la revendication 4, caractérisé par le fait que l'identificateur (18) de protocole aval est mémorisé dans la première mémoire (25) de l'adaptateur (20).

5 6. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le dispositif comprend également dans l'équipement amont (30) une zone de stockage (35) permettant de mémoriser un ou plusieurs programmes de conversion (15,15') entre le protocole amont et un protocole aval, susceptibles d'être téléchargés dans la première mémoire (25) de l'adaptateur (20).

10 7. Dispositif d'adaptation selon la revendication 6, caractérisé par le fait que l'équipement amont (30) comprend au moins un pilote de protocole aval (33) et au moins un pilote de périphérique (34) supportant une interface de communication série, de façon à ce que le pilote de protocole aval (33) communique avec le pilote de périphérique (34) au travers de cette interface de communication série.

15 8. Dispositif d'adaptation selon la revendication 7, caractérisé par le fait que, en fonction de la criticité des messages à transmettre, le pilote de périphérique (34) utilise des canaux de communication différents pour échanger ces messages avec le programme pilote résident (16).

9. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le protocole de communication amont est le protocole USB.

20 10. Dispositif d'adaptation selon la revendication 9, caractérisé par le fait que l'adaptateur est alimenté par l'interface USB de l'équipement amont.

11. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le protocole de communication amont est le protocole BLUETOOTH.

25 12. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le protocole de communication amont est un protocole conforme au standard IEEE 1394-1995.

30 13. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le protocole de communication aval est un des protocoles Modbus, Modbus+, Unitelway ou tout protocole dont la couche physique est de type RS-232, RS-485, RS-422 ou boucle de courant.

14. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le protocole de communication aval est un protocole basé sur les standards Ethernet et TCP/IP, comme par exemple le protocole MODBUS TCP.

5 15. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le protocole de communication aval est sélectionné parmi un groupe constitué des protocoles FIP, CAN, CANopen, Interbus-S, DeviceNet.

16. Dispositif d'adaptation selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le protocole de communication aval est un protocole de communication basé sur USB.

10 17. Procédé de configuration mis en œuvre dans un dispositif d'adaptation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que le procédé comporte :

- 15 • une étape de reconnaissance (R) dans laquelle l'adaptateur (20) détermine et mémorise un identificateur (18) de protocole aval à partir des moyens de reconnaissance du câble de raccordement aval (14) connecté à l'adaptateur (20), cet identificateur pouvant être partiel (18a) ou complet (18b),
- 20 • une première étape d'identification (I1) dans laquelle l'adaptateur (20) communique avec l'équipement amont (30) selon le protocole de communication amont pour lui transmettre l'identificateur (18) de protocole aval,
- 25 • une première étape de téléchargement (T1) dans laquelle l'équipement amont (30) télécharge dans l'adaptateur (20) un premier programme de conversion (15) entre protocole amont et protocole aval, correspondant à l'identificateur (18) du protocole aval transmis.

18. Procédé de configuration selon la revendication 17, caractérisé par le fait que, lorsque l'identificateur (18) de protocole aval transmis à l'équipement amont (30) durant la première étape d'identification (I1) est un identificateur partiel (18a), le procédé comporte les étapes complémentaires suivantes :

- 30 • une étape d'apprentissage (A) dans laquelle l'adaptateur (20) communique avec l'équipement aval (40) selon le protocole aval téléchargé durant la première étape de téléchargement (T1) pour définir et mémoriser un identificateur complet (18b) du protocole aval,



- une seconde étape d'identification (I2) dans laquelle l'adaptateur (20) communique avec l'équipement amont (30) selon le protocole de communication amont pour lui transmettre cet identificateur complet (18b),
- une seconde étape de téléchargement (T2) dans laquelle l'équipement amont (30) télécharge dans l'adaptateur (20) un second programme de conversion (15') entre protocole amont et protocole aval, correspondant à l'identificateur complet (18b) du protocole aval.

5

10 19. Procédé de configuration selon la revendication 17, caractérisé par le fait que, lorsque le câble de raccordement aval (14) est au préalable raccordé à l'adaptateur (20), le procédé est démarré lors de la connexion de l'adaptateur (20) à l'équipement amont (30) ou sur demande de l'adaptateur (20).

15

20. Procédé de configuration selon la revendication 17, caractérisé par le fait que, lorsque l'adaptateur (20) est au préalable raccordé à l'équipement amont (30), le procédé est démarré lors de la connexion du câble de raccordement aval (14) à l'adaptateur (20).



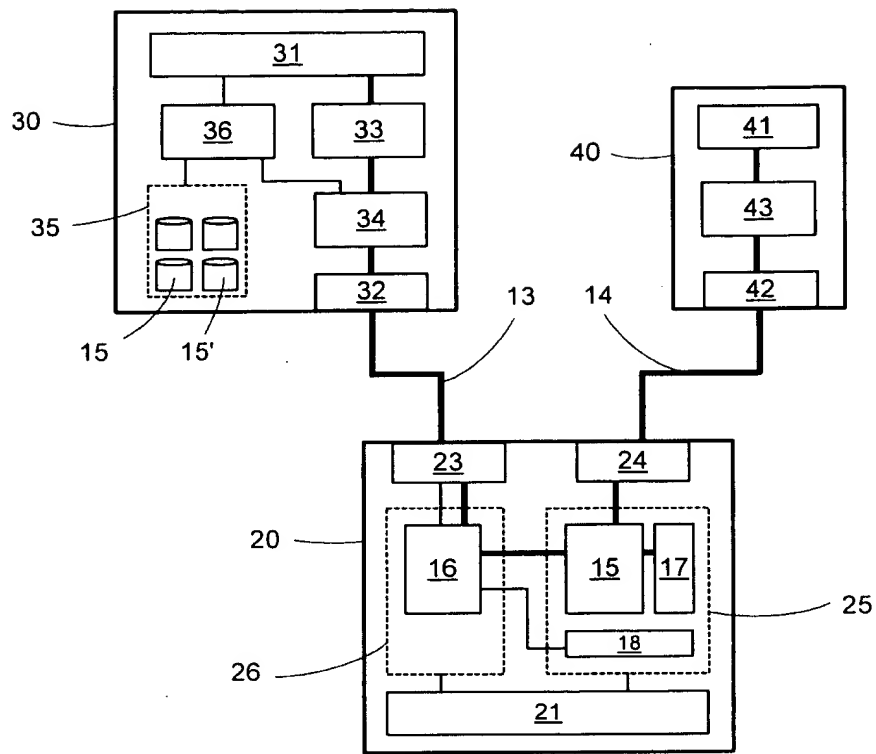


FIG. 1



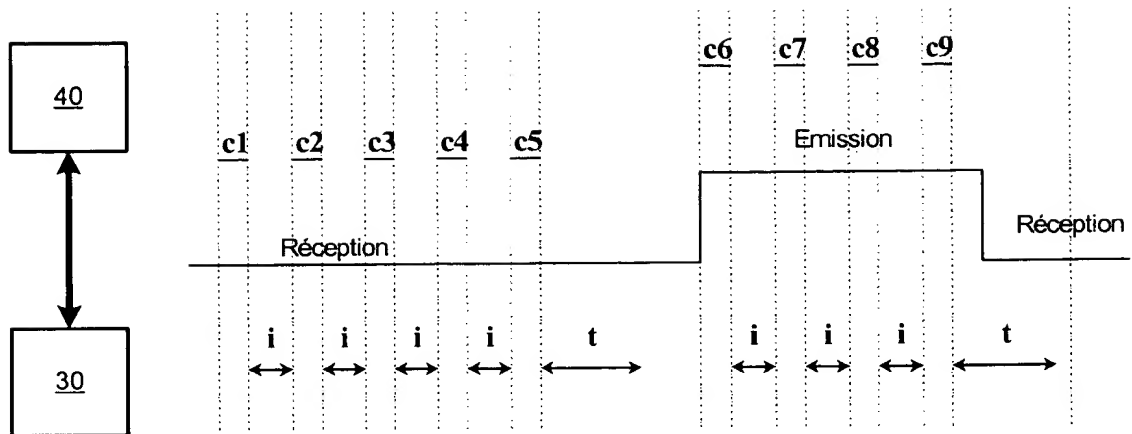
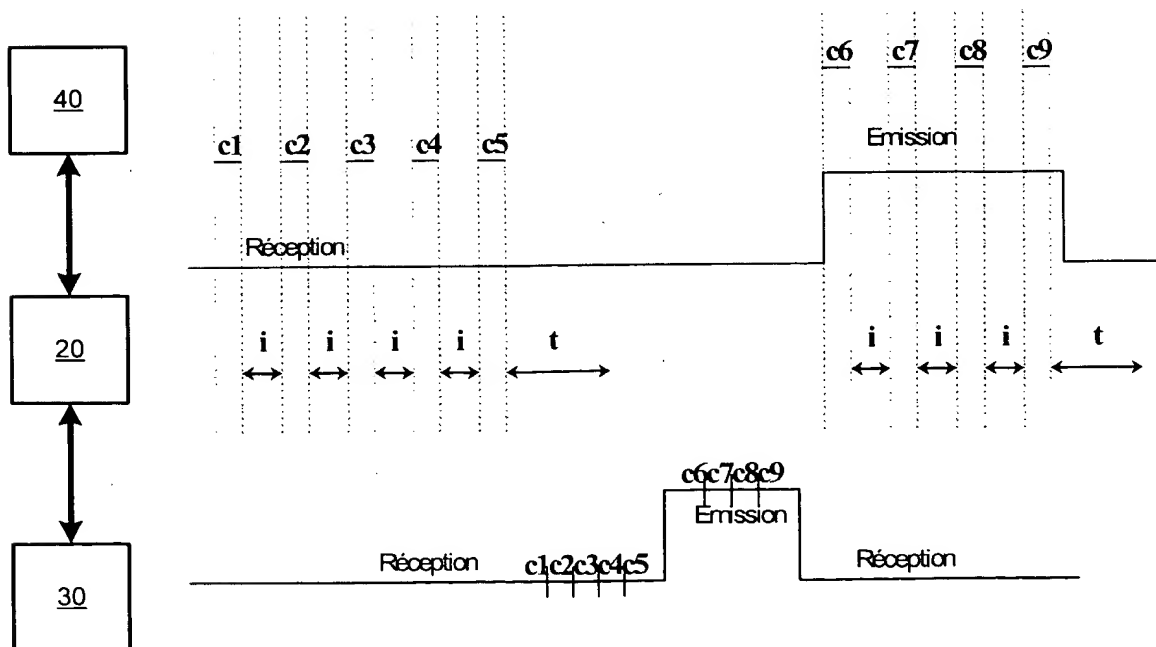


FIG. 3

FIG. 4





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**